

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

(11)

Veröffentlichungsnummer:

**0 273 231**  
**A2**

(12)

# **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 87117925.5

(51) Int. Cl. 4: B01J 8/04, C01C 1/04

(22) Anmeldetag: 04.12.87

(30) Priorität: 22.12.86 DE 3643856

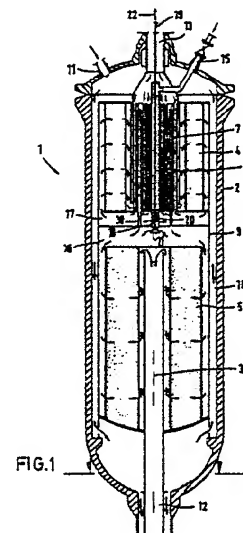
(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
06.07.88 Patentblatt 88/27(34) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE DE ES FR GB IT NL(71) Anmelder: Uhde GmbH  
Friedrich-Uhde-Strasse 15 Postfach 262  
D-4600 Dortmund 1(DE)(72) Erfinder: Herbort, Hans-Joachim, Dipl.-Ing.  
Unnaer Strasse 65b  
D-5758 Fröndenberg(DE)  
Erfinder: Graeve, Heinz, Dipl.-Ing.  
Bittermarkstrasse 33a  
D-4600 Dortmund 50(DE)(74) Vertreter: Patentanwälte Meinke und  
Dabringhaus Dipl.-Ing. J. Meinke Dipl.-Ing. W.  
Dabringhaus  
Westenhellweg 67  
D-4600 Dortmund 1(DE)

(54) Vorrichtung zum Regeln insbesondere eines Ammoniakkonverters.

(57) Mit einer Vorrichtung zum Regeln insbesondere eines Ammoniakkonverters mit einem Prozeßgaseintritt und -austritt, wenigstens einem Wärmetauscher und wenigstens einem Katalysatorbett sowie einer weiteren Gaszufuhr und mit einem zentrischen Rohr sowie einer Zuführung des Prozeßgases zum Wärmetauscher bzw. Katalysatorbett, wobei der Wärmetauscher und um diesen Wärmetauscher herum das erste Katalysatorbett rotationssymmetrisch zum zentrischen Rohr angeordnet sind, soll eine Lösung geschaffen werden, mit der der Zuschlag von Regelgas, Quentschgas, einem Teil des Prozeßgases mit anderer Temperatur und/oder sonstigen Bedingungen an jeder Stelle eines Reaktors in die jeweiligen Gasströme zuführbar ist, wobei die Lösung so getroffen werden soll, daß die Zumischung bzw. die By-pass-Leitung vollständig abschließbar, teilweise beaufschlagbar ausgebildet ist bzw. vollständig geöffnet werden kann.

Dies wird dadurch erreicht, daß das zentrische Rohr (14) zur Temperaturregelung als Regelgaszuführrohr den Wärmetauscher (4 bzw. 5 bzw. 6) vollständig durchsetzt und an seinem unteren Ende mit regelbaren Auslässen (18) zur wenigstens teilweisen Zumischung des Regelgases in den

Prozeß gasstrom vor dessen Durchströmen des Katalysatorbettes (4) bzw. zur Zumischung des Regelgasstromes in den Prozeßgasstrom nach dessen Durchströmen des Katalysatorbettes (4) und des Wärmetauschers (7) versehen ist.



EP 0 273 231 A2

### "Vorrichtung zum Regeln insbesondere eines Ammoniakkonverters"

Die Erfindung richtet sich auf eine Vorrichtung zum Regeln insbesondere eines Ammoniakkonverters mit einem Prozeßgaseintritt und einem Prozeßgasaustritt, wenigstens einem Wärmetauscher und wenigstens einem Katalysatorbett sowie einer weiteren Gaszufuhr und mit einem zentralen Rohr sowie einer Zuführung des Prozeßgases zum Wärmetauscher bzw. Katalysatorbett, wobei der Wärmetauscher und um diesen Wärmetauscher herum das erste Katalysatorbett rotationssymmetrisch zum zentralen Rohr angeordnet ist.

Es ist bekannt, bei Vorrichtungen zur Durchführung exothermer, katalytischer Gasreaktionen für die Ammoniak- oder Methanolsynthese in die Druckbehälter zur Regelung über eine gesonderte Gaszufuhr z.B. kaltes Frischgas in den Prozeßgasstrom in einer Vorkammer desjenigen Wärmetauschers einzuspeisen, der dem ersten Katalysatorbett zugeordnet ist, wobei bei der bekannten Vorrichtung in den Druckbehälter zwei Katalysatorbetten mit jeweils konzentrisch in der Mitte angeordnetem Wärmetauscher vorgesehen sind. Dies ergibt sich aus dem Patent 33 43 114 der Anmelderin.

Aus der DE-PS 27 10 247 ist ein Verfahren bekannt, den Prozeßgasstrom insgesamt aus zwei Teilströmen zusammenzusetzen, wobei wenigstens einer der Teilströme in Temperatur und/oder Menge einstellbar ist, um so die gewünschten Prozeßbedingungen zu erreichen. Die Zusammenfügung der Gasströme erfolgt in jedem Falle vor Eintritt in das erste Katalysatorbett.

Bei den bekannten Regelungsmöglichkeiten ist es nicht möglich, das Regelgas praktisch als by-pass-Schaltung vollständig am ersten Katalysatorbett und dem zugeordneten Wärmetauscher vorbeizuleiten und demjenigen Gasstrom hinzuzufügen, der bereits das erste Katalysatorbett und den diesem zugeordneten Wärmetauscher durchströmt hat.

Aufgabe der Erfindung ist die Schaffung einer Lösung, mit der das Hinzuspeisen von Regelgas, Quentschgas oder eines Teiles des Prozeßgases mit anderen Temperaturen und/oder sonstigen Bedingungen an jeder Stelle eines Reaktors in die jeweiligen Gasströme möglich ist, wobei die Lösung so getroffen werden soll, daß die Zumischung bzw. die by-pass-Leitung vollständig abschließbar oder teilweise beaufschlagbar ausgebildet ist bzw. vollständig geöffnet werden kann.

Bei einer Vorrichtung der eingangs bezeichneten Art wird diese Aufgabe gemäß der Erfindung dadurch gelöst, daß das zentralische Rohr zur Temperaturregelung als Regelgaszuführrohr den

Wärmetauscher vollständig durchsetzt und an seinem unteren Ende mit regelbaren Auslässen zur wenigstens teilweisen Zumischung des Regelgases in den Prozeßgasstrom vor dessen Durchströmen des Katalysatorbettes und/oder zur Zumischung des Regelgasstromes in den Prozeßgasstrom nach dessen Durchströmen des Katalysatorbettes und des Wärmetauschers versehen ist.

Mit dieser Lösung wird durch das zentralische, regelbare Rohr erreicht, daß z.B. das Regelgas in einer Extremstellung quer durch den Wärmetauscher erst dann in den Prozeßgasstrom einspeisbar ist, wenn dieser bereits das erste Katalysatorbett und nachfolgend den Wärmetauscher durchströmt hat, d.h. z.B. in den Gasstrom, der das nachfolgende Katalysatorbett beaufschlagen soll.

In Ausgestaltung sieht die Erfindung vor, daß die den Wärmetauscher durchsetzenden Führungsrohre für das Prozeßgas das zentralische, regelbare Rohr im Abstand hierzu umgeben. Diese Bauweise hat den Vorteil, daß die Gestaltung sowohl des Wärmetauschers als auch des zentralisch hindurchtretenden by-pass-Rohres vergleichsweise einfach ist, im Regelfalle können auf besondere Rohrkrümmer od. dgl. dann verzichtet werden.

In besonders vorteilhafter Ausgestaltung sieht die Erfindung auch vor, daß die Verteilungsöffnungen des zentralischen Rohres in Abhängigkeit zueinander synchron steuerbar ausgebildet sind. Mit dieser Regelung lassen sich nicht nur einige Regelstellungen erreichen, etwa derart, daß ein Auslaß am Regelrohr vollständig geschlossen ist, während der andere vollständig geöffnet ist und umgekehrt, sondern man kann auch jegliche Zwischenstellungen synchron einstellen, d.h., daß Regelgas kann in jeder gewünschten Teilmenge den jeweiligen Prozeßgasströmen zugemischt werden.

Zweckmäßig ist es, wenn zur Durchsatzregelung das zentralische Rohr mit über einen mit axialen Durchbrechungen versehenen Kolben verschließbare Öffnungen am unteren Ende versehen ist, wobei diese Öffnungen in einen Strömungskanal für das Kreislaufgas münden. Ohne daß die Erfindung hierauf beschränkt wäre, läßt sich diese Steuermöglichkeit besonders einfach durchführen. So kann der mit axialen Durchbrechungen versehene Kolben entweder durch Schub die seitlichen Öffnungen im unteren Teil des zentralischen Rohres teilweise öffnen oder verschließen, dies kann aber auch durch Rotation bei einer entsprechenden Kolbengestaltung geschehen.

Bei der vorgenannten Ausgestaltung der Erfindung, einen Teil des Steuerorgans als Zylinder

auszugestalten, ist es zweckmäßig, das stirnseitige untere Ende über ein mit dem Zylinder gekoppeltes Dichtelement vollständig abdichtbar auszubilden, wie dies die Erfindung ebenfalls vorsieht.

Insbesondere bei mehreren Katalysatorbetten mit dazu konzentrisch im Inneren angeordneten Wärmetauschern sieht die Erfindung vor, daß das zentrische Rohr und/oder die Betätigung der regelbaren Auslässe wenigstens einen weiteren Wärmetauscher durchsetzen. Hierbei gilt wiederum das eingangs Ausgeführte, nämlich daß der besondere Vorteil der Erfindung in der einfachen Steuerung von Regelgasströmen besteht, wobei die jeweilige Situation sehr exakt steuerbar ist, da Regelgasströme immer dort eingesetzt werden können, wo sie benötigt werden.

Im einer spezielleren Ausgestaltung ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß bei einer zentrischen Zuströmung von den Behältermantel kühlendem, kaltem Prozeßgas von unten durch ein drittes Katalysatorbett in die Vorkammer des zweiten Wärmetauschers ein Regelorgan vorgesehen ist, welches die Zumischung wenigstens eines Teiles des kälteren Mantelgases in das Prozeßgas vor Eintritt in das dritte Katalysatorbett ermöglicht. Hiermit kann das kältere Mantelgas nicht nur den üblichen Aufheizweg durch den zweiten und ersten Wärmetauscher nehmen, es ist damit gleichzeitig möglich, einen Teil als Regelgas für das dritte Katalysatorbett zu benutzen, umgekehrt können natürlich auch durch diese Schaltung die Mengen an Mantelgas, die den oberen ersten und zweiten Katalysatorbetten zugeführt werden, gesteuert werden.

Schließlich kann es vorteilhaft sein, wenn das erste zentrische Rohr von einem zweiten zentrischen Rohr durchsetzt wird, wobei das zweite zentrische Rohr bis unter den folgenden Wärmetauscher geführt ist und der Zumischung von Regelgas in den Prozeßgasstrom vor dem dritten Katalysatorbett dient.

An dieser Stelle sei bemerkt, daß die stufige Absetzung von zentrisch ineinanderliegenden, das Zuströmen mehrerer Regelgasströme ermöglichenden Leitungen nicht auf diese Zweifachausbildung beschränkt ist. Je nach Stufenanzahl kann hier auch eine Mehrzahl derartiger konzentrischer Leitungen vorgesehen sein.

Die Erfindung ist nachstehend anhand der Zeichnung beispielsweise näher erläutert. Diese zeigt in

Fig. 1 einen Schnitt durch eine Vorrichtung nach der Erfindung mit zwei Katalysatorbetten und einer Regeleinrichtung,

Fig. 2 den Schnitt durch ein weiteres Ausführungsbeispiel mit drei Katalysatorbetten,

Fig. 3 ein abgewandeltes Ausführungsbeispiel nach der Gestaltung gemäß Fig. 2,

Fig. 4 ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung sowie in

Fig. 5 eine abgewandelte Gestaltung einer Regelung nach dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 4.

Die allgemein mit 1 bezeichnete Vorrichtung wird im wesentlichen von einem Druckbehälter 2 gebildet, in dem im dargestellten Beispiel gemäß Fig. 1 zwei Katalysatorbetten, in den Ausführungsbeispielen gemäß Fig. 2 bis 4 drei Katalysatorbetten konzentrisch zur Mittelachse 3 angeordnet sind. Das obere und erste Katalysatorbett ist mit 4 bezeichnet, das zweite mit 5 und das untere und letzte (bei den Ausführungsbeispielen gemäß Fig. 2 bis 4) mit 6.

Im Inneren des ersten Katalysatorbettes 4 ist ein erster Wärmetauscher 7 angeordnet, wobei bei den Ausführungsbeispielen gemäß Fig. 2 bis 4 im Inneren des zweiten Katalysatorbettes 5 ein zweiter Wärmetauscher 8 angeordnet ist, wobei im letzteren Falle die Wärmetauscher 7 und 8 funktionsmäßig hintereinandergeschaltet sind. Die Katalysatoren einschließlich der Wärmetauscher sind von einer Hüllwand 9 umgeben, die so bemessen ist, daß sich zwischen der Innenfläche der Behälterwand der Hüllwand 9 ein durchgehender Ringraum 10 bildet.

Beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 strömt ein Kühlgas oben in die Vorrichtung 1 durch einen Stutzen 11 ein, durchströmt den Ringraum 10 und tritt unten zusammen mit dem Kreislaufgas durch einen Stutzen 12 aus. Der obere Eintrittsstutzen für das Kreislaufgas ist mit 13 bezeichnet. Konzentrisch im Inneren des Wärmetauschers 7 ist ein Rohr 14 vorgesehen, welches über einen Zuleitungsstutzen 15 von Gas zur Regelung beaufschlagbar ist.

Dieses zentrische Rohr mündet in einer Verteilerkammer 16 für das Prozeßgas, welches bereits das erste Katalysatorbett 4 sowohl innen als auch außen den Wärmetauscher 7 und die Führungsrohre 30 durchströmt hat.

Unterhalb des ersten Wärmetauschers 7 ist eine weitere Verteilerkammer 17 gasdicht getrennt von der Verteilerkammer 16 vorgesehen, in die das Prozeßgas nach Durchströmen von Führungsrohren 30 des Wärmetauschers 7 gelangt, um von dort dem Katalysatorbett 4 zugeführt zu werden. In diesem Bereich weist das zentrische Rohr 14 Öffnungen 18 auf, durch die wenigstens ein Teil des durch das zentrische Rohr 14 strömenden Regelgases in die Verteilerkammer 17 einströmen kann. Über eine Steuerstange 19, die im Bereich der Schlitze 18 einen mit axialen Durchbrechungen versehenen Schließkolben 20 und am unteren freien Ende ein Schließstopfen 21 trägt, läßt sich die Regelung des Steuergases und eine prozentuale Verteilung von Teilströmen des Steuergases auf die Verteilerkammer 16 und die Verteilerkammer

17 erreichen.

Die Wirkungsweise ist dabei die folgende:

Ist z.B. die Steuerstange 19 ganz nach oben gemäß Doppelpfeil 22 gezogen worden, so verschließt der Stopfen 21 das untere freie Ende des zentralen Rohres 14, gleichzeitig sind die Schlitze 18 vollständig geöffnet. Das Regelgas strömt nunmehr vollständig durch die Schlitze 18 in den Raum 17, d.h. es vermischt sich mit dem Prozeßgasstrom vor dessen Durchströmen des Katalysatorbettes 4.

Wird nun die Steuerstange 18 nach unten verfahren, öffnet der Schließstopfen 21 in dem Maße die untere Durchtrittsöffnung, in dem die Schlitze 18 verschlossen werden, so daß bei der unteren Totpunktlage die Schlitze 18 vollständig verschlossen sind, während die untere Öffnung des zentralen Rohres 14 zur Verteilerkammer 16 vollständig geöffnet ist, so daß der gesamte Regelgasstrom sozusagen als by-pass dort zugeführt wird und sich mit dem Prozeßgasstrom mischt, der sowohl das erste Katalysatorbett als auch den Wärmetauscher 7 innen und außen durchströmt hat.

Funktionsmäßig gleiche Teile der folgenden Ausführungsbeispiele tragen die gleiche Bezugsziffer ergänzt durch Kleinbuchstaben:

Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 sind die Verhältnisse grundsätzlich gleich, jedoch mit der Variante, daß das Prozeßgas oben als Teilstrom zentral durch einen Rohrstutzen 13a eingeführt wird und ein Teil durch einen Rohrstutzen 11a als kühlendes Mantelgas, welches dann das dritte Katalysatorbett 6a von unten in dessen Mitte durch ein Steigrohr 23 durchströmt, nachfolgend den zweiten Wärmetauscher 8 und dann in die Mischkammer 17a. Die Verteilung des Steuergases ist hier wiederum in gleicher Weise gelöst, wie beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1.

Ähnlich verhält es sich mit dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3, hier wird allerdings das Kreislaufgas in drei Teilströmen zugeführt durch einen oberen Zuführstutzen 13b, einen oberen ersten Mantelgaszuführstutzen 11b sowie zusätzlich durch einen unteren Mantelgaszuführstutzen 24. Hier werden durch radiale Sammelleitungen 25 die Mantelgasströme von oben und unten unterhalb des zweiten Wärmetauschers 8b in einer gemeinsamen Vorkammer 26 gesammelt und nach oben geleitet. Die Zumischung von Regelgas ist hier wiederum gleich gestaltet.

Ein abgewandeltes Ausführungsbeispiel der Steuerung besteht nach Fig. 4 darin, daß dort die Steuerstange 19c den ersten Wärmetauscher 7c und den zweiten Wärmetauscher 8c vollständig durchsetzt und die Zufuhr des von unten über die zentrale Zuführleitung 23c kommenden Mantel-

gases zu der Vorkammer 26c des zweiten Wärmetauschers 8c regelt. Hier ist z.B. ein Hohlzylindersperrelement vorgesehen, welches das Bezugszeichen 27 trägt. Wird es nach oben angehoben, so gibt es wenigstens einem Teilstrom die Möglichkeit, seitlich auszutreten und sich direkt dem Prozeßgasstrom zuzumischen, der dann das untere und dritte Katalysatorbett 6c beaufschlagt. Ist die Regelstange nach unten verschoben, so läßt der Hohlzylinder 27 nur das Durchströmen des Mantelgases nach oben zu, eine Zumischung ist dann nicht möglich.

Schließlich zeigt Fig. 5 die Möglichkeit, mehrere Regelgasströme zuzuführen. Dabei ist diese Steuerungsmöglichkeit nur im Prinzip dargestellt. Das zentrale, mit 14d bezeichnete Rohr wird von einem weiteren zentralen Rohr 28 durchsetzt, und zwar soweit, daß dieses im Bereich der ersten Vorkammer 26d des zweiten Wärmetauschers 8d endet. Hierbei sind radiale Verteilerleitungen 29 vorgesehen, die es ermöglichen, Regelgas demjenigen Gasstrom zuzumischen, der den zweiten Wärmetauscher 8d verläßt und dem dritten Katalysatorbett 6d zugeführt wird.

Natürlich sind die beschriebenen Ausführungsbeispiele der Erfindung noch in vielfacher Hinsicht abzuändern, ohne den Grundgedanken zu verlassen. So kann die Aufschlagregelung der einzelnen Vorkammern durch Kolben/Zylinderelemente z.B. auch bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 5 in Kombination bei den mit den zentralen Rohren 28 und 14d vorgesehen sein u. dgl. mehr.

## Ansprüche

1. Vorrichtung zum Regeln insbesondere eines Ammoniakkonverters mit einem Prozeßgaseintritt und -austritt, wenigstens einem Wärmetauscher und wenigstens einem Katalysatorbett sowie einer weiteren Gaszufuhr und mit einem zentralen Rohr sowie einer Zuführung des Prozeßgases zum Wärmetauscher bzw. Katalysatorbett, wobei der Wärmetauscher und um diesen Wärmetauscher herum das erste Katalysatorbett rotationssymmetrisch zum zentralen Rohr angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, daß das zentrale Rohr (14) zur Temperaturregelung als Regelgaszuführrohr den Wärmetauscher (4 bzw. 5 bzw. 6) vollständig durchsetzt und an seinem unteren Ende mit regelbaren Auslässen (18) zur wenigstens teilweisen Zumischung des Regelgases in den Prozeßgasstrom vor dessen Durchströmen des Katalysatorbettes (4) und/oder zur Zumischung des Regelgasstromes in den

Prozeßgasstrom nach dessen Durchströmen des Katalysatorbettes (4) und des Wärmetauschers (7) versehen ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, 5

daß die den Wärmetauscher (7) durchsetzenden Führungsrohre (30) für das Prozeßgas das zentrische, regelbare Rohr (14 oder 28) im Abstand hierzu umgeben.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, 10  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Verteilungsöffnungen des zentrischen Rohres (14) in Abhängigkeit zueinander synchron steuerbar ausgebildet sind.

4. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, 15  
dadurch gekennzeichnet,  
daß zur Durchsatzregelung das zentrische Rohr (14) mit über einen mit axialen Durchbrechungen versehenen Kolben (20) verschließbare Öffnungen 20  
am unteren Ende versehen ist, wobei diese Öffnungen in einen Strömungskanal (16 bzw. 17) für das Kreislaufgas münden.

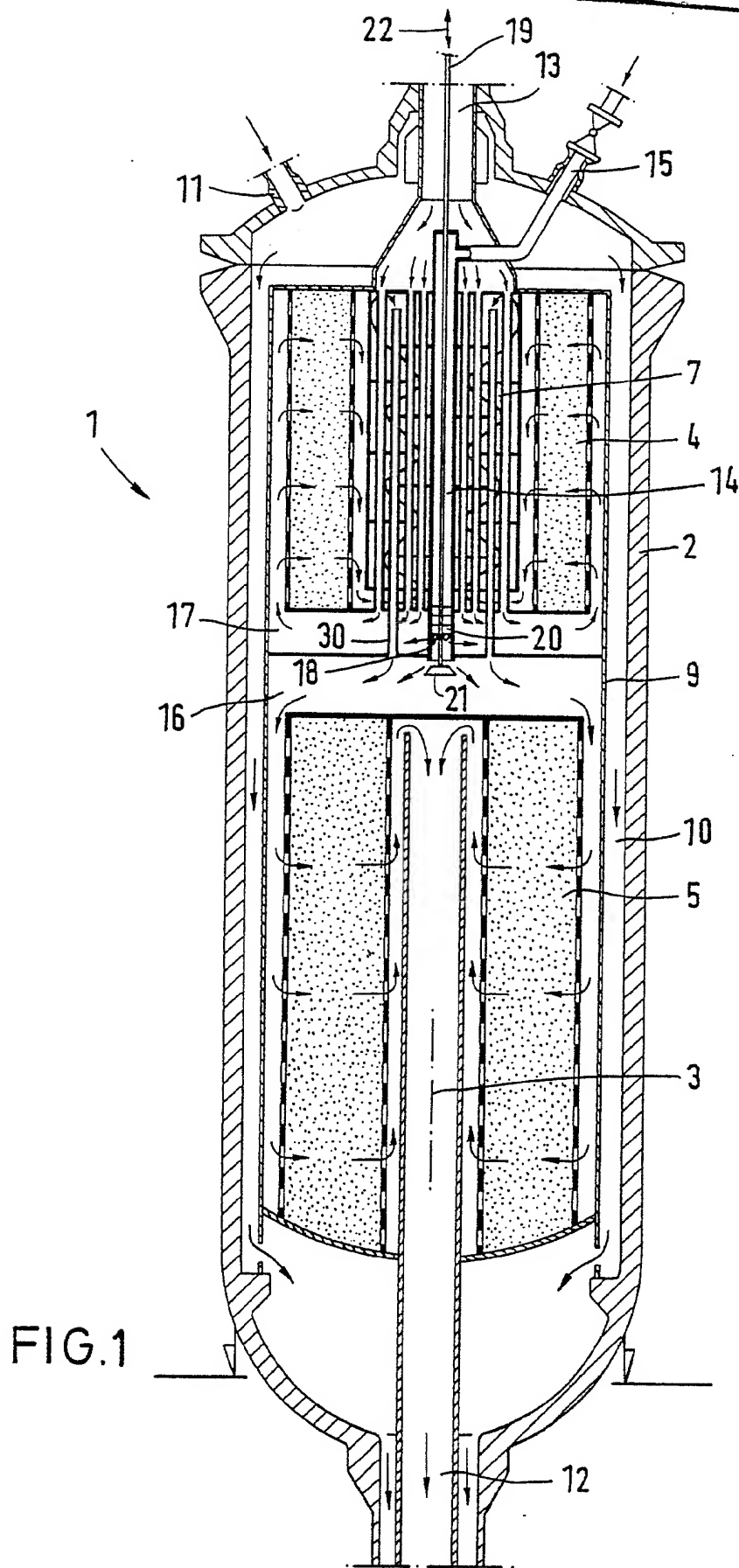
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, 25  
dadurch gekennzeichnet,  
daß das stirnseitige untere Ende über ein mit dem Zylinder (20) gekoppeltes Dichtelement (21) vollständig abdichtbar ausgebildet ist.

6. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, 30  
dadurch gekennzeichnet,  
daß bei mehr als zwei Katalysatorbetten (4-6) mit Wärmetauschern (7,8) das zentrische Rohr (28) und/oder die Betätigung (19c) der regelbaren Auslässe wenigstens einen weiteren Wärmetauscher (8) durchsetzen. 35

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, 40  
dadurch gekennzeichnet,  
daß bei einer zentrischen Zuströmung (23) von den Behältermantel (2) kühlendem, kaltem Prozeßgas von unten durch ein drittes Katalysatorbett (6) in die Vorkammer (26) des zweiten Wärmetauschers (8) ein Regelorgan (27) vorgesehen ist, das die Zumischung wenigstens eines Teiles des kälteren Mantelgases in das Prozeßgas vor Eintritt in das 45  
dritte Katalysatorbett (6c) ermöglicht.

8. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, 50  
dadurch gekennzeichnet,  
daß das erste zentrische Rohr (14d) von einem zweiten zentrischen Rohr (28) durchsetzt wird, wobei das zweite zentrische Rohr (28) bis unter den folgenden Wärmetauscher (8) geführt ist und der Zumischung von Regelgas in den Prozeßgasstrom vor dem dritten Katalysatorbett 55  
(6) dient.

Neu eingereicht / Newly filed  
Nouvellement déposé





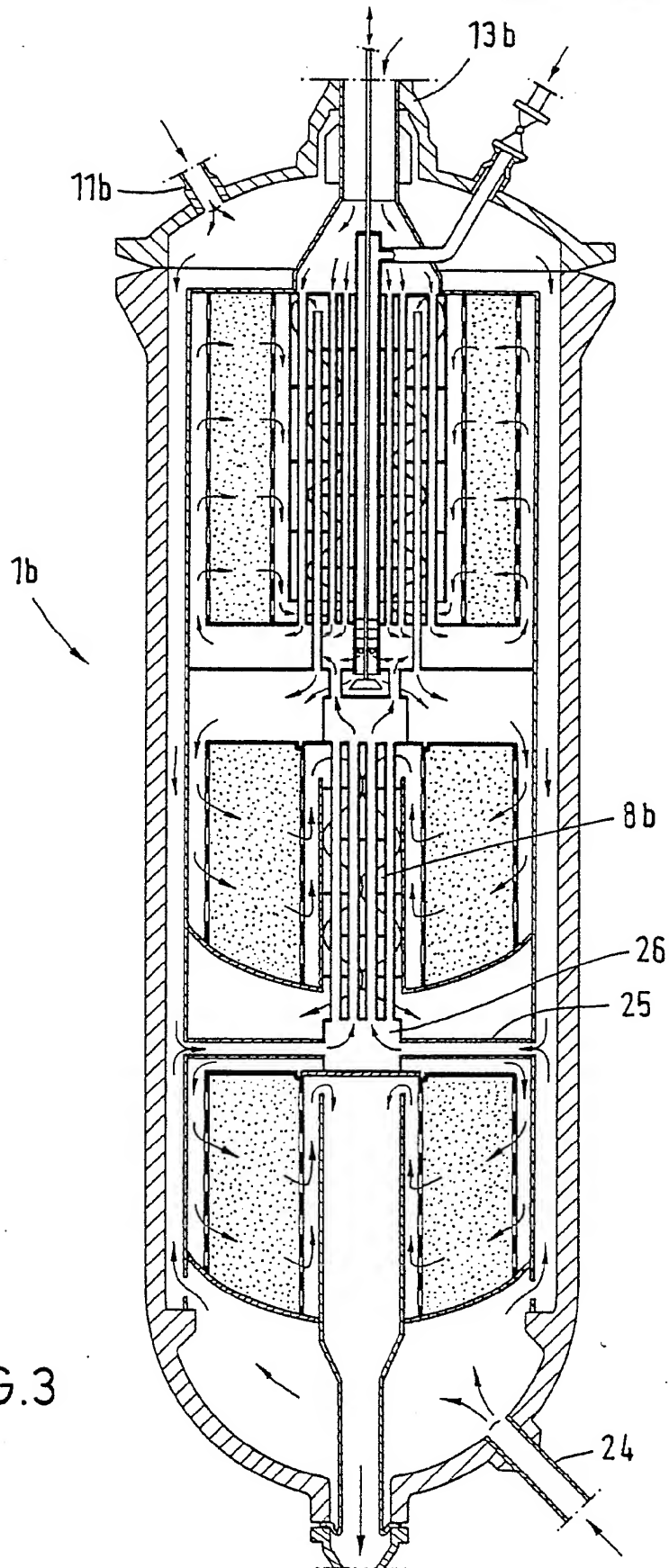


FIG.3





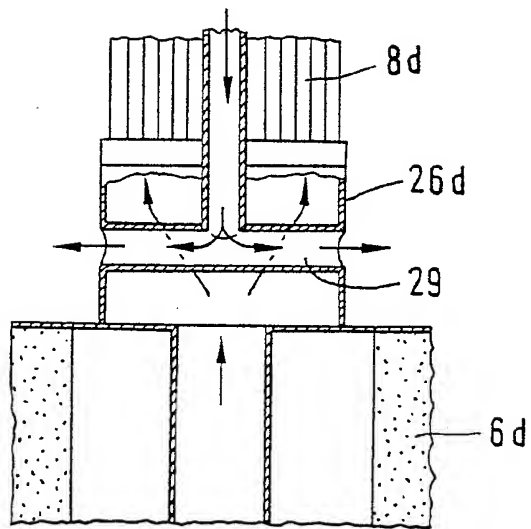
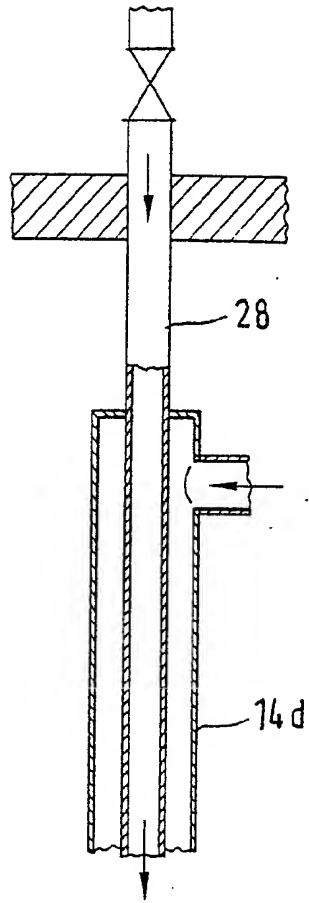


FIG.5

